



· 综述 ·

2022年甲状腺超声诊治研究进展

张颖¹, 张一峰¹, 徐辉雄²

1. 同济大学附属第十人民医院超声医学科, 上海 200072 ;
2. 复旦大学附属中山医院超声科, 上海 200032

[摘要] 自1967年超声首次应用于甲状腺, 经过数十年的发展, 超声已成为甲状腺疾病诊断和治疗领域一线影像学方法。基于常规超声的甲状腺结节风险分层系统在甲状腺疾病诊断中发挥着举足轻重的作用。近年来, 超声造影、基于甲状腺细针穿刺活检的分子诊断以及人工智能等新技术被广泛应用于甲状腺疾病超声诊断。甲状腺良恶性肿瘤的热消融治疗具有定位精准、创伤小、最大限度保留甲状腺功能等优势。相关指南共识对甲状腺疾病微创治疗操作进行规范。甲状腺科普工作进一步规范疾病诊治、提升全国甲状腺疾病治疗水平。本文就2022年中国学者在甲状腺超声领域的代表性研究进展进行述评。

[关键词] 甲状腺; 超声; 诊断; 微创治疗; 人工智能

中图分类号: R736.1; R445.1 文献标志码: A DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2023.05.012

Progress of thyroid ultrasound in diagnosis and treatment in 2022 ZHANG Ying¹, ZHANG Yifeng¹, XU Huixiong²
(1. Department of Medical Ultrasound, Shanghai Tenth Peoples Hospital, Tongji University, Shanghai 200072, China; 2. Department of Ultrasound, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China)

Correspondence to: ZHANG Yifeng E-mail: zhangyifeng@tongji.edu.cn

[Abstract] After decades of development, ultrasound (US) has become the first-line imaging method in the diagnosis and treatment of thyroid diseases since US was applied in thyroid in 1967. The risk stratification system of thyroid nodules based on conventional US plays a pivotal role in the diagnosis of thyroid diseases. In recent years, contrasted-enhanced US (CEUS), molecular diagnosis based on thyroid fine-needle aspiration biopsy and artificial intelligence have been widely used in thyroid diseases diagnosis. Thermal ablation of thyroid tumors has played the advantages of precise positioning, less trauma and maximum preservation of thyroid function. The relevant guideline consensus regulate the minimally invasive treatment operation of thyroid diseases. Thyroid science popularization will further standardize the diagnosis and treatment of diseases and improve the treatment level of nationwide. This review summarized the representative research progress in the field of thyroid US in 2022.

[Key words] Thyroid; Ultrasound; Diagnosis; Minimally invasive therapy; Artificial intelligence

高分辨率超声可以在19%~67%的随机选择人群中发现甲状腺结节, 甲状腺恶性结节的发生率为4.0%~6.5%, 且以甲状腺乳头状癌 (papillary carcinoma of the thyroid, PTC) 最为常见^[1-2]。基于常规超声的甲状腺结节风险分层系统提高了甲状腺恶性结节的检出率。现阶段甲状腺超声造影 (contrast-enhanced ultrasound, CEUS)、甲状腺细针穿刺活检 (fine-needle aspiration biopsy, FNAB)、分子诊断及人工智能 (artificial

intelligence, AI) 等新技术被广泛应用于甲状腺疾病诊断, 术前单独或联合应用均具有一定的甲状腺癌风险评估价值。

随着甲状腺结节治疗方式的不断更新, 近年来甲状腺肿瘤的热消融治疗成为研究及讨论的热点, 其与经典外科手术相比具有定位精准、创伤小等优势, 尤其是对于甲状腺微小乳头状癌 (papillary microcarcinoma of thyroid, PTMC), 有望成为PTMC外科手术的替代方案。此外, 远

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (82171942)

通信作者: 张一峰 E-mail: zhangyifeng@tongji.edu.cn

程医疗技术能跨越时空障碍,提供一种全新的远程甲状腺结节超声管理模式;甲状腺相关指南的制定进一步规范了甲状腺诊疗方案;甲状腺相关科普讲座受益人数众多。本文对上述甲状腺超声领域的代表性研究进展进行综述,旨在明确甲状腺相关新技术对恶性结节的风险评估价值,为临床规范化诊疗提供参考。

1 甲状腺超声诊断研究进展

甲状腺超声相关诊断主要包括常规超声诊断、甲状腺FNAB诊断、分子诊断及AI诊断。目前甲状腺结节术前评估主要依靠甲状腺灰阶超声特征及基于超声特征所建立的甲状腺结节风险分层方法,除此之外,CEUS和弹性成像等新技术也在辅助鉴别甲状腺结节良恶性、降低不必要穿刺等方面提供了帮助。基于甲状腺FNAB的分子诊断及蛋白组学的发展也为甲状腺肿瘤的精准诊断和风险评估提供了可能。AI是甲状腺超声诊断的又一重要分支,在甲状腺结节良恶性鉴别、肿瘤恶性风险分层、患者预后预测等方面发挥着越来越大的作用。2022年,研究者在甲状腺影像报告和数据系统(Thyroid Imaging Reporting and Data System, TI-RADS)诊断滤泡性肿瘤、CEUS风险分层系统建立、全新甲状腺肿瘤分子标志物寻找及AI辅助诊断甲状腺弥漫性病变等方面有了新的探索。

1.1 TI-RADS

基于灰阶超声的TI-RADS是应用较为广泛的风险分层方法, TI-RADS对甲状腺超声术语进行了标准化,方便医师与患者、医师与医师间的交流,还使甲状腺癌风险程度及应采取的对应措施一目了然,在临床上得到广泛应用,近年来有关各种TI-RADS诊断价值的研究层出不穷。现有的TI-RADS主要基于PTC超声特征所建立,尚缺乏TI-RADS在滤泡性肿瘤中应用的研究。Lin等^[3]探讨了多种TI-RADS在鉴别滤泡性肿瘤良恶性及正确选择结节进行甲状腺FNAB等方面的价值。研究包括了目前主流的甲状腺超声危险分层系统(美国甲状腺协会成人甲状腺结节和分化型甲状腺癌管理指南,美国临床内分泌医师协会、美国内分泌学会和意大利临床内分泌协会甲状腺结节

临床指南,韩国甲状腺放射协会K-TI-RADS,欧洲甲状腺协会EU-TI-RADS,美国放射学会ACR TI-RADS和中国甲状腺超声恶性风险分层指南C-TI-RADS)。结果显示,以上甲状腺超声危险分层系统在滤泡性肿瘤良恶性鉴别中价值有限[曲线下面积(area under curve, AUC)均小于0.7]、不必要穿刺率较高(65.3%~93.1%),迫切需要建立一种专门针对滤泡性肿瘤的超声危险分层系统。

2017年ACR发布的TI-RADS是研究较多的、较公认的一种风险分层方法,目前研究主要围绕ACR TI-RADS诊断价值及探索各种方法对ACR TI-RADS进行适当的补充等方面,以达到更高的诊断准确度和更低的不必要穿刺率。Huang等^[4]开展了结合CEUS的改良TI-RADS在鉴别峡部结节良恶性方面的作用的研究,研究比较了单独采用ACR TI-RADS、CEUS以及基于CEUS特征的改良ACR TI-RADS(根据CEUS特征对ACR TI-RADS结果进行升级和降级)在鉴别良恶性结节上的诊断价值,结果显示诊断准确度最高的是改良ACR TI-RADS(AUC=0.863),其明显优于单独使用ACR TI-RADS(AUC=0.738)。

以上研究显示,虽然TI-RADS在甲状腺超声术语标准化、风险分层结果统一化等方面作用很大,但在除PTC之外的少见癌的诊断上仍有局限性,而且CEUS等新技术在辅助TI-RADS诊断上也有较大的探索空间。

1.2 超声新技术

CEUS能反映肿瘤的微血流灌注,在鉴别甲状腺结节良恶性及评估甲状腺结节介入治疗效果方面有一定的价值,现在对甲状腺CEUS的应用研究已经扩展到能否减少不必要的甲状腺结节穿刺及预测甲状腺癌复发风险等方面。Ruan等^[5]通过回顾性分析,构建了CEUS TI-RADS系统,并对该系统进行了内部交叉验证和外部验证,结果发现与目前常用的甲状腺超声风险分层系统相比,CEUS TI-RADS显示出更高的预测价值,AUC为0.93,恶性肿瘤穿刺率为66%,不必要穿刺率为34%,提示该CEUS TI-RADS系统可对甲状腺结节进行恶性风险分层,并有助于减少不必

要的穿刺。该研究为CEUS在甲状腺结节管理中的应用开辟了新方向,同时也为如何减少不必要的穿刺提供了新的思路。

1.3 基于FNAB分子诊断

FNAB是目前甲状腺结节术前诊断颇为有效的方法之一,2022年FNAB这一传统诊断方法有诸多进一步的探索,包括通过CEUS引导穿刺、细胞洗脱液基因检测、推荐FNAB标准创新等。Xu等^[6]应用原创的定量显色印迹基因原位杂交(QCIGISH)技术,可以直观地将癌症相关的印迹基因异常表达状态转化为细胞核内可见的信号,对癌细胞的表观遗传异常程度进行量化评估,并开展了多中心临床研究,结果显示术前FNAB联合印迹基因检测预测甲状腺结节良恶性总体诊断灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值、诊断准确度分别为100.0%、91.5%、96.5%、100.0%、97.5%,超过目前常用的BRAF V600E、TERT等甲状腺肿瘤分子标志物,并且在甲状腺滤泡性肿瘤的术前诊断中有良好的应用前景,这项技术是甲状腺肿瘤分子诊断领域的重大创新,标志着甲状腺分子诊断进入表观遗传学时代。

1.4 AI及远程诊断

近年来,AI在甲状腺超声诊断中的应用引起了越来越广泛的关注,AI在甲状腺结节超声管理各个方面都有着较大的应用价值,包括辅助甲状腺结节良恶性鉴别诊断、预测淋巴结转移、预测术后复发等。但是现有的AI辅助诊断模型大部分只能直接输出诊断结果,其诊断过程无法解释(也称为“黑箱”),不利于医师对诊断结果的解读。Wang等^[7]开发了基于深度学习和多风险特征集成学习方法的AI诊断模型,通过输出已知的风险特征显示出部分可解释性,从而帮助年轻的超声科医师提高甲状腺癌的诊断水平。在甲状腺结节临床管理流程中,对结节进行准确分层往往是诊断的第一步,如何提高低年资医师TI-RADS分类的准确度也是亟待解决的问题之一,Chen等^[8]开发了基于ACR TI-RADS的AI模型,该模型具有较高的诊断性能(AUC=0.910),识别甲状腺结节部分超声特征的能力与超声专家水平相当,优于低年资超声科医师,可辅助低年资

医师准确地进行甲状腺结节风险分层、缩短年轻医师学习曲线。此外,AI在减少甲状腺结节不必要穿刺率上也能提供帮助。Liu等^[9]的甲状腺多中心研究显示,基于AI改良的TI-RADS与ACR TI-RADS相比,约一半的甲状腺良性结节可以降级,其中42.3%的甲状腺结节可以避免不必要的FNAB。

AI不仅可用于甲状腺局灶性病变的诊断,在弥漫性病变中也有较好的诊断价值。桥本甲状腺炎在不同的疾病时期超声表现有很大的差异,表现为正常的甲状腺回声的桥本甲状腺炎常常被漏诊。Zhang等^[10]通过对17 934例患者的106 513张甲状腺超声图像进行训练,开发了一个名为HTNet的深度学习模型用于桥本甲状腺炎的诊断,HTNet的AUC为0.905,HTNet的诊断准确度(83.2% vs 79.8%)和灵敏度(82.6% vs 68.1%)优于放射诊断科医师,HTNet可以作为桥本甲状腺炎管理的有效工具。Zhao等^[11]基于卷积神经网络的计算机诊断桥本甲状腺炎策略显著提高了放射科医师对桥本甲状腺炎的诊断准确度(模型诊断准确度、灵敏度、特异度分别为0.892、0.890和0.895),并且该模型在不同医院和不同甲状腺激素水平(甲状腺功能亢进、甲状腺功能减退和甲状腺功能正常)下均表现出良好的性能。以上研究显示AI在甲状腺弥漫性病变中极大的应用潜力,是超声科医师诊断甲状腺弥漫性病变的重要辅助工具。

甲状腺疾病是基于超声的AI应用尤为广泛的领域之一,也是商业化的超声计算机辅助诊断系统发展较为完善的领域之一,目前AI在甲状腺疾病诊断中的应用,已从最初的辅助诊断良恶性,发展到辅助减少不必要穿刺、辅助诊断不确定结节、辅助预测甲状腺癌分子标志物及甲状腺癌患者预后等更为精细化、个性化的应用上,AI与精准医学时代的甲状腺超声-细胞-基因组学体系的融合将是以后AI的发展方向。

远程医疗技术能跨越时空障碍,向更广泛的人群提供医疗保健、远程诊疗、远程教育等服务。Zhang等^[12]开展了基于5G的远程机器人超声系统在身处农村、岛屿的受检者甲状腺检查中

的临床应用的前瞻性研究, 这些受检者接受了来自84 km外的专家远程操作的机器人甲状腺超声检查, 从安全性、持续时间、超声图像质量、诊断结果和受检者感受等方面评估了基于5G的远程机器人超声系统用于甲状腺检查的临床可行性。研究发现, 远程机器人超声检查和常规超声检查在对甲状腺病变及颈部淋巴结的检出、评估、测量, 以及患者满意度方面的差异无统计学意义, 为农村、岛屿受检者接受远程甲状腺超声检查进行了开拓性探索, 并为建立一种全新的远程甲状腺结节超声管理模式提供了可能。

过去的1年里, 甲状腺疾病超声诊断领域, 在常见风险分层系统诊断价值评估、风险分层方法改良、弹性成像及CEUS应用拓展、分子标志物创新、AI方法和诊断价值提升、远程甲状腺超声探索等方面都开展了大量的开创性的研究, 促进了甲状腺疾病超声诊断从常规超声的良恶性鉴别, 过渡到更精准风险分层、原创分子标志物研究及诊断模式的创新。

2 甲状腺疾病微创治疗研究进展

甲状腺良恶性肿瘤的热消融治疗是近年来研究的热点及讨论的焦点, 它与传统外科手术相

比具有定位精准、创伤小、最大程度保留甲状腺功能、可重复手术等优点。对于没有远处及颈部淋巴结转移的PTMC应该采取传统的甲状腺腺叶切除还是热消融治疗, 目前还存在争议, 消融治疗的复发转移风险也一直是关注的重点。罗渝昆教授团队^[13-14]通过约4年的中位随访期, 发现T₁N₀M₀ PTC的射频消融术 (radiofrequency ablation, RFA) 组和手术组在局部肿瘤进展和无复发生存率方面差异无统计学意义; 并且与手术组相比, RFA可缩短住院时间, 降低估计失血量, 降低成本, 降低并发症发生率, 研究结果显示RFA可完全治疗低风险PTMC, 并且不会影响后续的手术管理, RFA可能是T₁N₀M₀ PTC患者的一种有前途的外科手术替代方案 (表1、2)。针对甲状腺肿瘤另一种常用的热消融手段为微波消融 (microwave ablation, MWA), Wei等^[15]研究了单发的T₁N₀M₀ PTC经MWA治疗的效果, 研究发现MWA和外科手术在术后疾病进展和主要并发症方面没有差异, 而且MWA与外科手术相比能够减少失血量 (2 mL vs 10 mL)、缩短手术时间 (23 min vs 72 min)、减少永久性声音嘶哑的发生 (0% vs 1.7%) (表1、2)。

表1 两项T₁N₀M₀ PTC患者热消融治疗研究基本资料

研究者	研究类型	患者来源	PTMC患者数	患者平均年龄/岁	病灶平均直径/cm	消融方式
Luo ^[12]	回顾性	单中心	91	43.0	1.1	RFA
Yu ^[13]	回顾性	单中心	404	43.0	0.8	MWA

表2 两项T₁N₀M₀ PTC患者热消融治疗研究手术及术后情况比较

研究者	手术时间/min	失血量/mL	并发症发生率/%	肿瘤局部进展率/%	淋巴结转移率/%	肿瘤复发率/%	无复发生存率/%	随访时间/月
Luo ^[12]	5.6	0.0	0	4.4	1.1	2.2	95.6	50.9
Yu ^[13]	23.0	2.0	5.4	1.0	3.0	1.0	—	25.0

关于PTC热消融治疗禁忌证, 目前通常认为术前超声提示有局部包膜浸润的病灶及紧贴包膜、周边缺乏足够正常甲状腺组织的病灶不适合接受热消融, 但缺乏足够的临床研究证据。Zhang等^[16]针对有包膜浸润的T₁N₀M₀ PTC患者开展了MWA术与外科手术治疗比较的多中心前瞻性研究, 纳入了10家医院198例患者, 随访时

间12个月, 结果显示, MWA组和手术组成功率都为100.0%, 并发症发生率相当, 但MWA组的手术时间更短 (32.7分 vs 96.6分), 出血更少 (0.2 mL vs 27.0 mL), 成本更低 (22 898.9元 vs 26 327.5元), MWA治疗术前有局部包膜浸润的PTC的安全性及疗效与外科手术相当, 但可能需要更长时间的随访来证实远期复发转移的情况。

针对峡部PTMC紧贴气管、周边缺乏足够正常甲状腺组织、消融治疗存在争议的情况, Zhang等^[17]经过3年的随访发现, 峡部PTMC热消融治疗在并发症、复发率及体积减少率方面与非峡部PTMC相比差异无统计学意义, 经皮热消融术是治疗峡部PTMC的有效方法。

以上研究不仅回答了PTMC热消融在疗效、安全性、预后等方面是否与传统外科手术相当的问题, 同时也为一些存在争议的情况提供了更多循证医学的证据、在全球PTMC热消融领域发出了中国声音, 用可靠的研究结果证明PTMC热消融治疗有望成为一种公认的外科手术替代方案。

3 甲状腺超声检查相关指南共识进展

2022年国内外陆续发布了一些甲状腺相关指南和诊疗规范。近年来, 随着射频、微波、激光等技术在甲状腺疾病治疗中的广泛应用, 热消融治疗甲亢的临床研究取得了较大进展, 热消融治疗取得了基本等同于外科近全甲状腺腺体切除治疗甲亢的手术效果, 加之微创优势显著, 是甲亢患者外科手术的延伸和又一选择, 2022年《原发性甲状腺功能亢进症热消融治疗专家共识》, 对甲亢热消融治疗的手术适应证、禁忌证、围手术期处理、手术及麻醉方式等常见问题进行规范。为充分发挥中医中药的优势, 提高热消融治疗效果, 促进患者康复, 由上海市中西医结合学会甲状腺疾病专业委员会牵头联合全国甲状腺疾病中西医结合诊疗专家组制定了《甲状腺结节及相关疾病热消融中西医结合诊疗指南》, 规范了甲状腺良恶性结节热消融术后复发结节及淋巴结转移灶的诊断、分期辨证论治、热消融治疗准则与操作规范、疗效评价及疾病预防与调护, 为中西医结合微创治疗甲状腺结节提供了参考和依据。激光消融是甲状腺微小癌的热消融方式之一, 瑞金医院詹维伟教授团队牵头与意大利团队共同发表了《甲状腺微小癌激光消融专家共识》, 制定了26项专家共识建议, 对激光消融甲状腺PTMC的适应证、禁忌证、操作方法、疗效评估等进行了规范^[18-21]。

4 甲状腺知识科普工作进展

目前甲状腺疾病已成为一项全球性的公共卫

生问题。但由于民众对该类疾病认知程度有限, 因甲状腺疾病患者过度焦虑导致的过度治疗也正在成为另一项亟待解决的公共卫生难题。加强科普宣教、帮助民众深化对甲状腺疾病的认识是减少不必要治疗最直接和有效的方式。受中华医学会超声医学分会浅表器官和血管学组委托, 由上海市甲状腺疾病研究中心、上海超声诊疗工程技术研究中心联合主办了“第十四届国际甲状腺知识宣传周”系列活动, 活动包括知识宣讲、线上义诊主题直播、甲状腺相关知识的系列科普讲座, 活动影响深积极远, 受益人数众多。为了进一步规范疾病诊治、提升全国甲状腺疾病治疗水平, 由《中国实用内科杂志》发起的“2022中国甲状腺指南、核心城市巡讲”, 通过指南巡讲的形式宣传2022版最新甲状腺相关指南。

5 总结与展望

回顾过去的2022年, 超声人在甲状腺疾病诊疗领域进行了大量的探索和实践, 取得了众多原创性、开拓性的研究成果, 推动了甲状腺超声诊疗水平不断向前, 展望未来, 分子诊疗、AI、超声介入等将是今后的研究热点, 中国甲状腺超声检查将在超声科医师的共同努力下再铸辉煌!

[参考文献]

- [1] FRANCIS G L, WAGUESPACK S G, BAUER A J, et al. Management guidelines for children with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer [J]. *Thyroid*, 2015, 25(7): 716-759.
- [2] TAMHANE S, GHARIB H. Thyroid nodule update on diagnosis and management [J]. *Clin Diabetes Endocrinol*, 2016, 2: 17.
- [3] LIN Y H, LAI S Q, WANG P Q, et al. Performance of current ultrasound-based malignancy risk stratification systems for thyroid nodules in patients with follicular neoplasms [J]. *Eur Radiol*, 2022, 32(6): 3617-3630.
- [4] HUANG Y L, HONG Y R, XU W, et al. Contrast-enhanced ultrasound improves the accuracy of the ACR TI-RADS in the diagnosis of thyroid nodules located in the isthmus [J]. *Ultraschall Med*, 2022, 43(6): 599-607.
- [5] RUAN J L, XU X L, CAI Y, et al. A practical CEUS thyroid reporting system for thyroid nodules [J]. *Radiology*, 2022, 305(1): 149-159.
- [6] XU H X, ZHANG Y F, WU H X, et al. High diagnostic accuracy of epigenetic imprinting biomarkers in thyroid nodules [J]. *J Clin Oncol*, 2023, 41(6): 1296-1306.
- [7] WANG J, JIANG J, ZHANG D, et al. An integrated AI model to improve diagnostic accuracy of ultrasound and output known

- risk features in suspicious thyroid nodules [J]. *Eur Radiol*, 2022, 32(3): 2120–2129.
- [8] CHEN Y F, GAO Z X, HE Y N, et al. An artificial intelligence model based on ACR TI-RADS characteristics for US diagnosis of thyroid nodules [J]. *Radiology*, 2022, 303(3): 613–619.
- [9] LIU Y, LI X X, YAN C J, et al. Comparison of diagnostic accuracy and utility of artificial intelligence-optimized ACR TI-RADS and original ACR TI-RADS: a multi-center validation study based on 2061 thyroid nodules [J]. *Eur Radiol*, 2022, 32(11): 7733–7742.
- [10] ZHANG Q, ZHANG S, PAN Y, et al. Deep learning to diagnose Hashimoto's thyroiditis from sonographic images [J]. *Nat Commun*, 2022, 13(1): 3759.
- [11] ZHAO W J, KANG Q B, QIAN F Y, et al. Convolutional neural network-based computer-assisted diagnosis of Hashimoto's thyroiditis on ultrasound [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2022, 107(4): 953–963.
- [12] ZHANG Y Q, YIN H H, HE T, et al. Clinical application of a 5G-based telerobotic ultrasound system for thyroid examination on a rural island: a prospective study [J]. *Endocrine*, 2022, 76(3): 620–634.
- [13] LI X Y, LI J, QIAO Z, et al. Rigorous radiofrequency ablation can completely treat low-risk small papillary thyroid carcinoma without affecting subsequent surgical management [J]. *Eur Radiol*, 2023, 33(6): 4189–4197.
- [14] YAN L, LI X Y, LI Y Y, et al. Comparison of ultrasound-guided radiofrequency ablation versus thyroid lobectomy for T_{1b}N₀M₀ papillary thyroid carcinoma [J]. *Eur Radiol*, 2023, 33(1): 730–740.
- [15] WEI Y, NIU W Q, ZHAO Z L, et al. Microwave ablation versus surgical resection for solitary T₁N₀M₀ papillary thyroid carcinoma [J]. *Radiology*, 2022, 304(3): 704–713.
- [16] ZHENG L, DOU J P, LIU F Y, et al. Microwave ablation vs surgery for papillary thyroid carcinoma with minimal sonographic extrathyroid extension: a multicentre prospective study [J]. *Eur Radiol*, 2023, 33(1): 233–243.
- [17] ZHENG L, LIU F Y, YU J, et al. Thermal ablation for papillary thyroid microcarcinoma located in the isthmus: a study with 3 years of follow-up [J]. *Future Oncol*, 2022, 18(4): 471–480.
- [18] 中国医师协会介入医师分会超声介入专业委员会, 中国医师协会介入医师分会肿瘤消融治疗专业委员会, 中国医师协会甲状腺肿瘤消融治疗技术专家组, 等. 原发性甲状腺功能亢进症热消融治疗专家共识及操作规范 (2022年版) [J]. *中华内科杂志*, 2022, 61(5): 507–516.
- [19] 上海市中西医结合学会甲状腺疾病专业委员会, 全国甲状腺疾病中西医结合诊治专家组. 《甲状腺结节及相关疾病热消融中西医结合诊疗指南》(2021版) [J]. *中国卫生标准管理*, 2022, 13(7): 1–7.
- [20] ZHANG L, ZHOU W, ZHOU J Q, et al. 2022 Expert consensus on the use of laser ablation for papillary thyroid microcarcinoma [J]. *Int J Hyperthermia*, 2022, 39(1): 1254–1263.
- [21] LEBBINK C A, LINKS T P, CZARNIECKA A, et al. 2022 European Thyroid Association Guidelines for the management of pediatric thyroid nodules and differentiated thyroid carcinoma [J]. *Eur Thyroid J*, 2022, 11(6): e220146.

(收稿日期: 2023-08-13 修回日期: 2023-08-30)